

# Mars 使用文档

## 1.1 MARS 的下载与配置

### 1.1.1 下载

1. MARS 本体是一个.jar 文件，需要 Java 环境运行。如果本机已经配置好了 Java 环境，则下载完成后可以直接双击运行。
2. 下载地址：<http://courses.missouristate.edu/KenVollmar/MARS/download.htm>

### 1.1.2 配置 Java 运行环境（若已配置过则可跳过）

#### 1.1.2.1 Windows 系统

1. 首先需要下载一个 Java 的 jdk 文件，记住它放置的目录，之后会用到。下载地址为：<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html>
2. 配置环境变量
  - a) 打开【控制面板】，选择【系统】，再点击左边的【高级系统设置】，然后点击【环境变量】，如图 1 所示。
  - b) 在【系统变量】栏中新建一个系统变量，变量名“JAVA\_HOME”，变量值为你的 JDK 安装路径，例如“C:\Program Files\Java\jdk1.8.0\_11\”。
  - c) 修改【系统变量】中的变量“path”的值，在最前面加上：“%JAVA\_HOME%\bin;%JAVA\_HOME%\jre\bin;”。
  - d) 在【系统变量】中新建变量“classpath”，变量值为“%JAVA\_HOME%\lib;%JAVA\_HOME%\lib\tools.jar”。
  - e) 上述几个变量设置在系统变量或用户变量里均可。

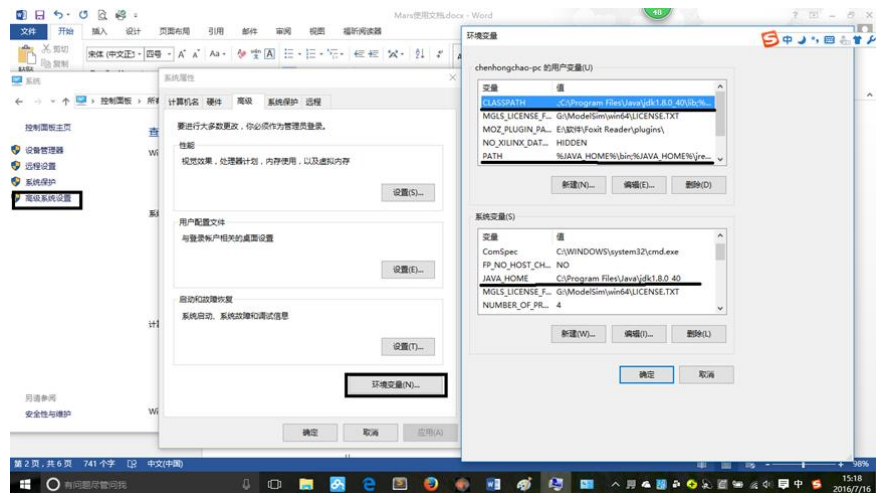


图 错误!文档中没有指定样式的文字。-1

3. 检查 Java 环境是否搭建成功：在命令提示符（cmd）中输入“java -version”，如果出现 Java 版本信息，说明 Java 环境搭建成功。

#### 1.1.2.2 OS X 系统

1. 前往 Oracle 下载 Java，下载地址：[https://www.java.com/zh\\_CN/download/mac\\_download.jsp](https://www.java.com/zh_CN/download/mac_download.jsp)。下载完成后直接双击安装。

2. 默认情况下即可直接使用，在终端（Terminal）中输入“java -version”，如果出现 Java 版本信息，说明 Java 环境搭建成功。

## 1.2 MARS 界面介绍

MARS 的整体界面如图所示。其分为若干个部分，下面本文将分别讲一下各部分的应用。

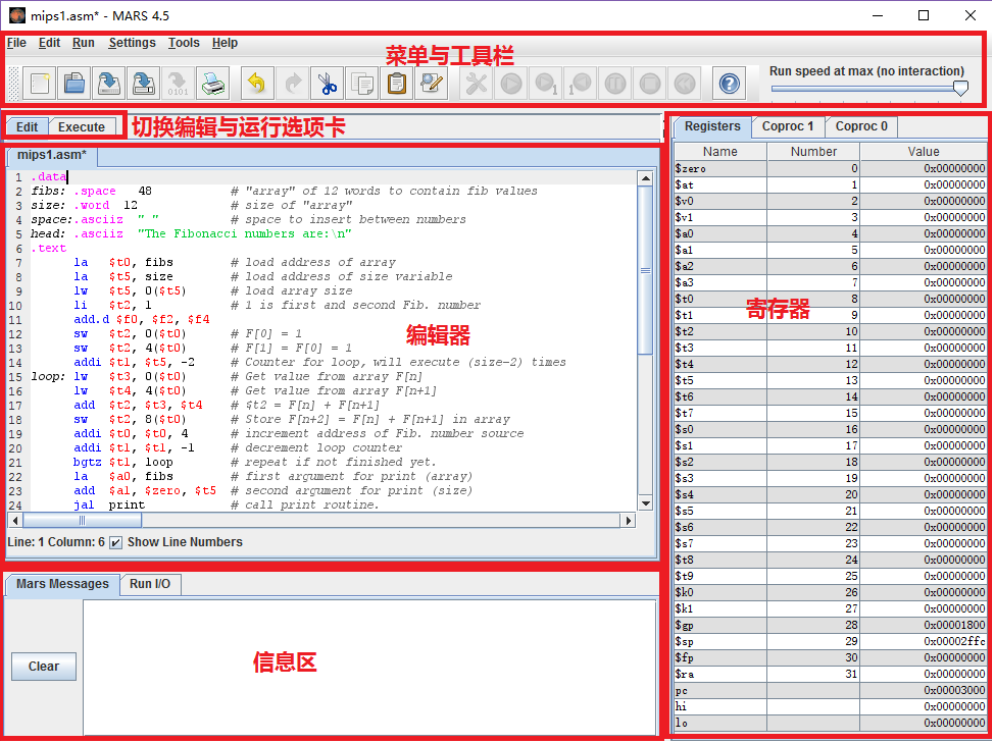


图 错误!文档中没有指定样式的文字。-2

### 1.2.1 菜单工具栏

此处用于程序自身的基本操作及我们编写的汇编程序的运行、调试。

最上面一排为菜单栏，如图 3。其中，「File」用于开启新文件、打开旧文件、保存、另存为、关闭和导出程序等功能。「Edit」用于撤销、重做、剪切、复制、粘贴和查找替换。这两部分和大部分文本编辑软件是相同的。



图 错误!文档中没有指定样式的文字。-3

「Run」用于编译、运行和调试程序，如果用过其他 IDE 则对此部分会很熟悉。

「Setting」用于进行各种设定各种配置，例如代码编辑器的显示效果、高亮、是否显示某些窗口、程序如何编译等。

「Tools」中包含了许多调试工具，它们在后面会被讲到。

「Help」中，MARS 官方给出了十分详细的教程，包括 MIPS 汇编语言以及 MARS 自身，甚至还有十分有趣的“指令集之歌（Instruction Set Song）”，是十分有用的自学材料。不过，其中的知识我们并不要求完全掌握，更多的情况下是将其当做一个参考文档来使用。

### 1.2.2 编辑器

正如大部分 IDE，MARS 也有一个用于书写代码的编辑器。我们的程序即写入这一区域。

在「Settings」→「Editor」中可以设置编辑器的字体类型、字体大小和语法高亮等。在编辑器的下方有一个复选框，可以选择是否显示行号。

### 1.2.3 信息区

屏幕的下方就是信息区，它有两个选项卡：Mars Message 和 Run I/O。Run I/O 用于显示程序运行时的命令行输出，或者你也可以在这里对程序进行输入。Mars Message 选项卡用于显示其他信息，例如编译或运行时错误，以及其他一些有用的信息。当它显示编译错误时，你可以点击相应的信息来选中编辑器中对应的代码。

### 1.2.4 寄存器区

MIPS 寄存器在所有时候都会显示，即使是你没有在运行程序的时候。当你编写你的程序的时候，你可以参考这一区域来使用各个编辑器的名称，或者知道他们的常用用法（将鼠标悬停在上面就可以看到）。这里有三个选项卡：「Registers」（32 个通用寄存器，加上 HI、LO 和 PC 寄存器）、「Coproc 1」（浮点数寄存器）、「Coproc 0」（一部分 CP0 寄存器，和中断、异常有关）。

### 1.2.5 运行界面

当你点选「切换编辑与运行选项卡」中的「Execute」后，或者当你的程序编译成功后，会切换至运行界面。如图 4。

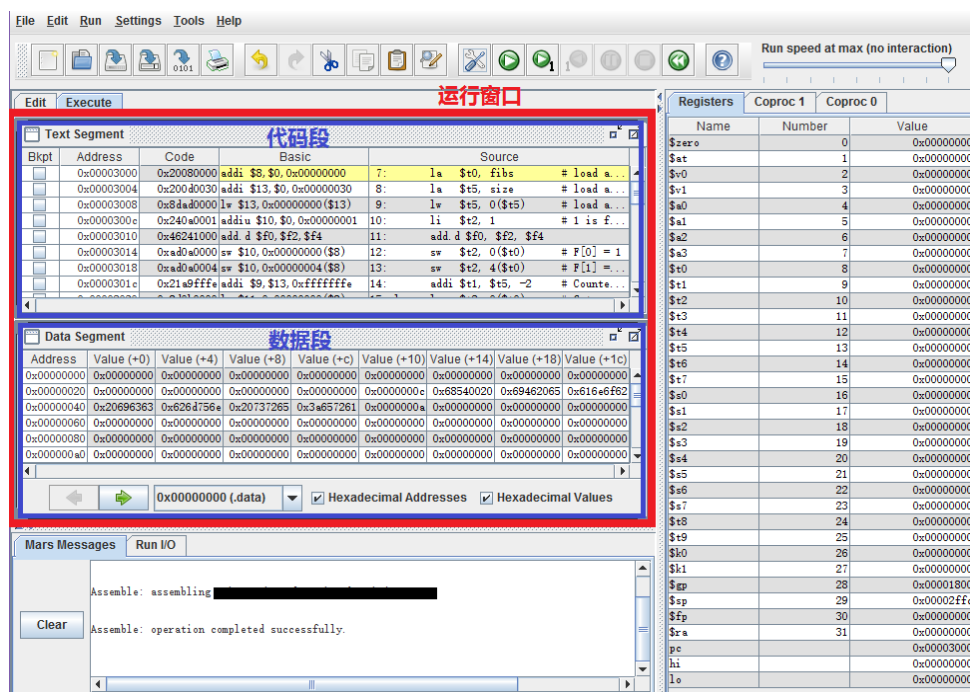


图 错误!文档中没有指定样式的文字。-4

当程序编译成功之后，寄存器会被初始化。运行窗口分为两部分：代码段（Text Segment）窗口和数据段（Data Segment）窗口。事实上还有第三个窗口：标签窗口（Labels），这需要 我们选择「Settings」→「Show Labels Window」来显示。

数据段下方的左右箭头按钮用于翻页，下拉选单用于直接定位至某些关键位置。右侧的两个复选框用于选择以十进制还是十六进制表示内存的地址和值。

各个窗口的更具体使用方式，会在后文详细阐述。

### 1.3 在 MARS 中编写程序

1. 假设此时你刚刚双击打开 MARS。
2. 首先创建一个新文件。点击「File」→「New」。此时 MARS 会为你创建一个新文件供你编写程序。
3. 在编辑区（Edit）编写你的程序。
4. 每条指令的参数之间用空格或逗号隔开均可。
5. 注释符号为「#」，该符号及其之后位于同一行的所有内容均为注释，类似于 C 语言中的「//」。
6. 记得及时保存你的程序。

### 1.4 使用 MARS 运行程序

#### 1.4.1 运行配置

在运行之前，我们需要让汇编器编译我们的程序。我们的程序的内存中的数据 and 代码都存储在内存中，各个部分的存储位置（在内存中的地址）需要我们来指定。点击菜单栏中的「Settings」→「Memory Configuration」，弹出如图 5 的窗口，其中有三种设置可供我们选择。左侧的选择框即用来选择使用何种配置，右侧写明了具体的各个关键位置在此种配置下的具体位置。选中想使用的配置后，即可点击「Apply and Close」来应用配置并关闭窗口。

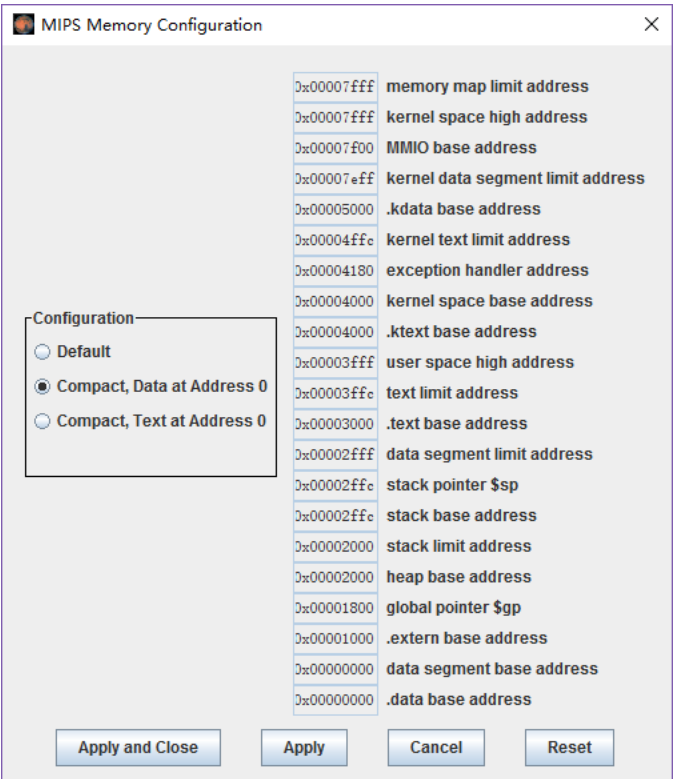



图 错误!文档中没有指定样式的文字。-5

在程序运行之前，一定要检查配置是否与预想的相同。在我们的实验中，使用 Compact, Data at Address 0 这个配置。

#### 1.4.2 运行程序

1. 点击编译按钮，就会进入运行界面，如图 错误!文档中没有指定样式的文

字。-4。其中代码段窗口中黄色高亮的那一行代表将要运行（还未运行）的指令。

2. 在工具栏的中右侧有 6 个运行按钮，他们的功能为：

- a) ：直接运行程序，一直到程序结束或遇到断点。
- b) ：单步运行，每按一次运行一条指令。
- c) ：倒退一条指令。
- d) ：暂停当前的运行。
- e) ：停止当前的运行。
- f) ：重置所有内存和寄存器至初始状态。

3. 除此之外，MARS 还可以控制程序运行的速度，控制的滑动条就在工具栏的最右侧。如图 错误!文档中没有指定样式的文字。-6。通过左右滑动其来调整每秒运行的指令数。

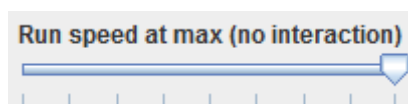


图 错误!文档中没有指定样式的文字。-6

4. 由于软件方面的原因，在运行时可能会遇到些 bug，这事重新编译运行即可。

### 1.4.3 查看数据

前文已经讲了寄存器和内存窗口的位置，在程序运行的过程中，我们可以从这些窗口看到寄存器和内存的相应变化。

当程序运行至影响到相应寄存器或内存的指令时，MARS 会令响应的寄存器或内存地址高亮，以方便我们查看。如图 7。

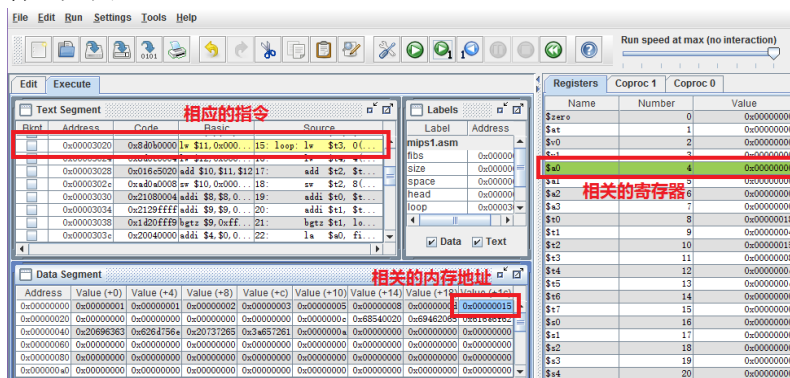


图 错误!文档中没有指定样式的文字。-7

### 1.4.4 延迟槽

延迟槽是流水线 CPU 的重要知识点，并不在本讲的范围内，所以这里只会讲到 MARS 中延迟槽的设置与使用。

1.4.4.1 设置延迟槽

延迟槽是个可选设置，需要打开才能有效。打开方式为：「Settings」→「Delayed branching」，打上勾即为打开延迟槽。

1.4.4.2 在打开延迟槽状态下运行程序

当打开延迟槽运行程序时，在执行跳转指令后，程序不会立刻跳转，而是先执行完跳转指令的下一条指令，再进行跳转。这个所谓的跳转指令的下一条指令即为延迟槽，在运行时，其在代码段窗口中的高亮不是普通的黄色，而是绿色，如图 8。

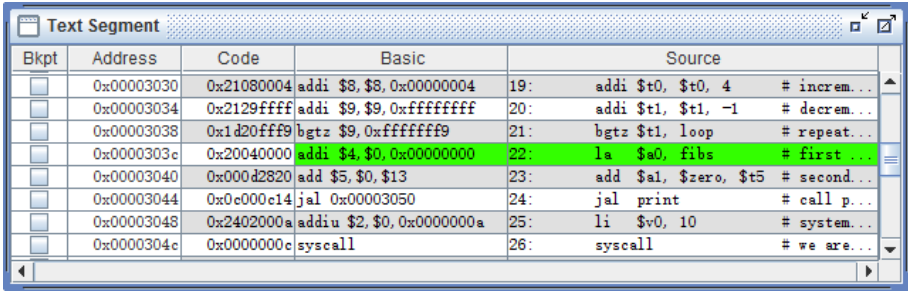


图 错误!文档中没有指定样式的文字。-8

1.5 使用 MARS 调试程序

1.5.1 设置断点

和许多其他的 IDE 一样，MARS 可以很方便地设置断点来进行调试。当程序运行到断点后就会停下，等待我们的指示来进一步执行，此时便可查看程序的运行情况是否与预想相同。

当我们设置好断点后，点击运行按钮，程序会运行至下个断点处停止。

设置断点的方法很简单。编译完程序，跳转至程序运行界面后，在代码段窗口的左侧的一列（Bkpt）复选框即用来设置断点。在你希望停下的行的响应的复选框上点上勾，即为该行设置上了断点，如图 9。

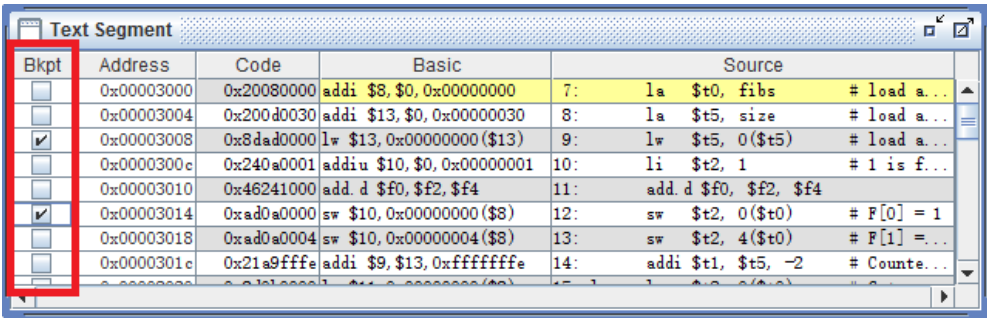



图 错误!文档中没有指定样式的文字。-9

1.5.2 单步执行

单步执行时一种常用的调试方式，每运行一部都观察一下寄存器和内存的值是否和期待的相同，从而判断出哪里出错。通常和断点配合起来使用。

想要单步执行，使用上文所述的单步运行按钮 1 即可。

1.5.3 查看和修改数据

为了便于调试和设置初值，我们可以选中某个寄存器或内存中的某个地址，左键双击就



可以手动设置它的值，如图 10 和图 11。

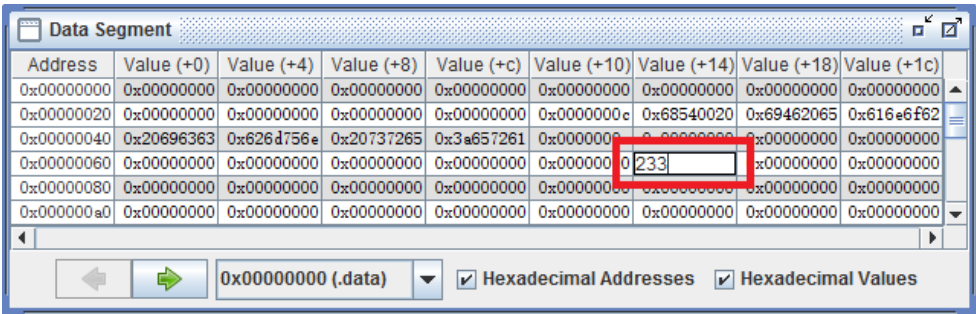


图 错误!文档中没有指定样式的文字。-10


Registers			Coproc 1	Coproc 0
Name	Number	Value		
\$zero	0	0x00000000		
\$at	1	0x00000000		
\$v0	2	0x00000000		
\$v1	3	0x00000000		
\$a0	4	0x00000000		
\$a1	5	0x00000000		
\$a2	6	0x00000000		
\$a3	7	0x00000000		
\$t0		0x233		
\$t1	9	0x00000000		
\$t2	10	0x00000000		
\$t3	11	0x00000000		
\$t4	12	0x00000000		

图 错误!文档中没有指定样式的文字。-11

## 1.6 代码和数据的导出

在计组实验中，我们使用 MARS 编写汇编程序的目的是让汇编程序运行在我们的 CPU 中，同时用 MARS 来验证程序运行结果的正确与否。因此，我们需要从 MARS 中将代码（机器码）导出，以导入我们的 CPU 中。

导出的步骤如下：

1. 点击工具栏中的导出按钮：.
2. 选择欲导出的数据范围（代码段.text 抑或数据段.data），和导出格式（对于代码段一般我们选择 Hexadecimal Text），点击 Dump To File，选择保存文件名和地址即可导出，如图 12。

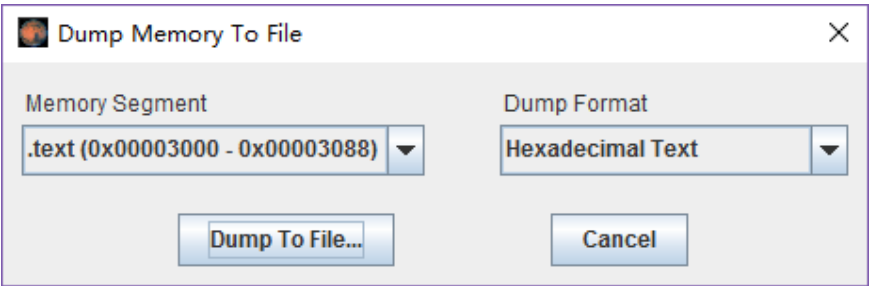


图 错误!文档中没有指定样式的文字。-12

1.7 使用命令行操作


1.7.1 命令行操作的功能

上文所述的导出功能，只能对 .text(0x00003000-0x00003024) 和 .data(0x00000000-0x00000ffc)这两部分内存进行导出。而在我们的实验中，还需对其他部分进行导出，例如异常处理程序，位于 .ktext(0x00004180-0x00004ffc)。

为了解决这个问题，MARS 提供了一个解决方案——命令行操作。使用命令行可以让你自己设定你所需要的导出内容。

1.7.2 官方使用指南

MARS 提供了详细的文档来指导如何使用命令行。

- 1. 1. 打开 MARS，点击工具栏右侧的 Help: 。
- 2. 按图 13 圈注的选项来选择即可看到命令行的官方使用方法

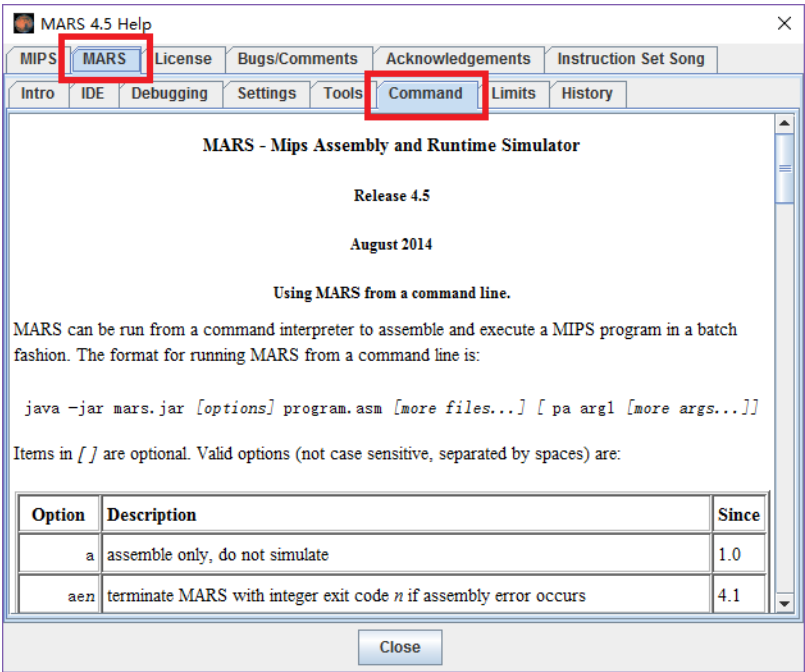


图 错误!文档中没有指定样式的文字。-13

1.7.3 使用样例

【例 3.1】导出中断处理程序，命令如下：

```
java -jar mars4_5.jar a db mc CompactDataAtZero dump 0x00004180-0x00004ffc HexText
E:\exc.txt E:\eh.asm
```

注意点：

- 1. mars4\_5.jar 为使用的 MARS 软件文件名（如果不在当前目录下，则需要使用绝对地址）。
- 2. a db mc CompactDataAtZero dump 这些参数的功能请自行查阅，否则直接照搬即可。
- 3. 3. 0x00004180-0x00004ffc 是欲导出的数据范围。
- 4. HexText 代表以 16 进制格式导出。
- 5. E:\exc.txt 代表最终保存导出文件的绝对地址。



6. E:\eh.asm 为欲被导出的汇编程序代码文件的绝对地址。

## 1.8 MIPS X-Ray

### 1.8.1 MIPS X-Ray 简介

MIPS X-Ray 是 MARS4.5 版本新增的一个功能，它可以显示出 MARS 运行汇编程序时的 CPU 通路，让你能够直观地观察到每条指令的具体执行过程。

### 1.8.2 MIPS X-Ray 的使用

#### 1.8.2.1 打开 MIPS X-Ray

点击菜单栏「Tools」→「MIPS X-Ray」，即可打开 MIPS X-Ray，如图 14。

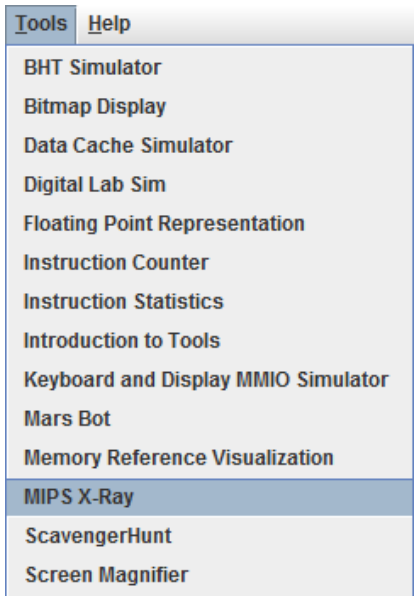


图 错误!文档中没有指定样式的文字。-14

#### 1.8.2.2 MIPS X-Ray 的使用方法

1. 打开 MIPS X-Ray 后界面如图 15。首先需要点击左下角的 Connect to MIPS 以使 MIPS X-Ray 与当前的程序链接在一起。

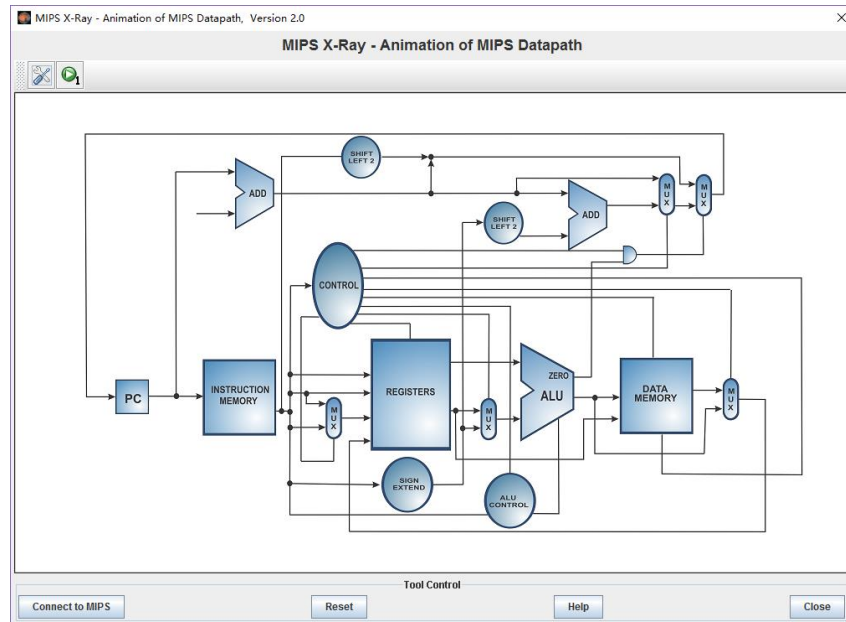


图 错误!文档中没有指定样式的文字。-15

2. 链接之后，先点击左上角的编译按钮，再点击单步执行即可观察各指令的 CPU 数据通路，如图 16。

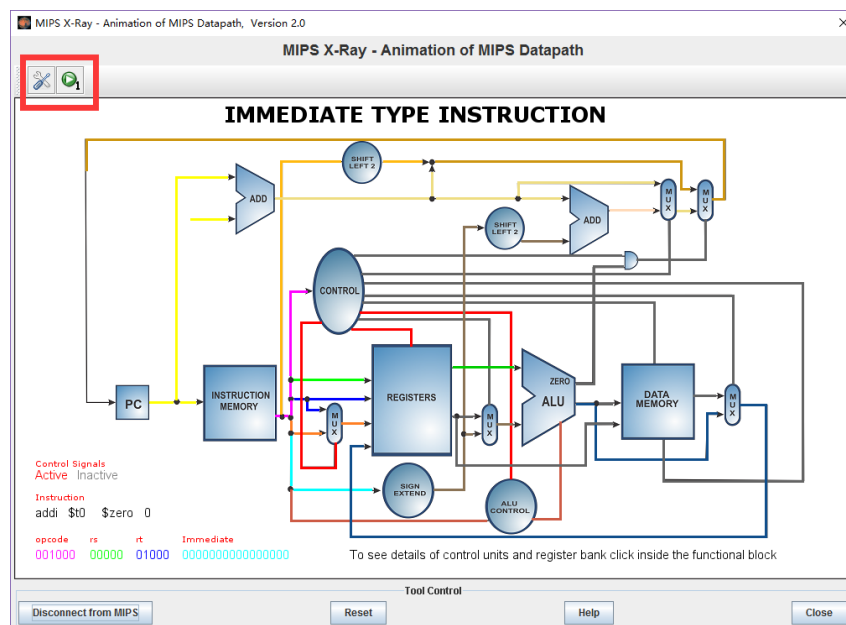


图 错误!文档中没有指定样式的文字。-16